

**Decizie de indexare a faptei de plagiat la poziția
00149 / 25.02.2015
și pentru admitere la publicare în volum tipărit**

care se bazează pe:

A. Nota de constatare și confirmare a indiciilor de plagiat prin fișa suspiciunii inclusă în decizie.

Fișa suspiciunii de plagiat / Sheet of plagiarism's suspicion	
Opera suspicionată (OS) Suspicious work	Opera autentică (OA) Authentic work
OS	BECHET, Paul; MUNTEANU Radu A.; BOULEANU, Iulian; MUNTEAN, Mihai; și MITRAN, Radu. <i>Compatibilitatea electromagnetică în medii de comunicare radio</i> . Referenți: DUMITRACHE, Ioan; RUSU, Adrian. București: Editura Academiei Române. 2010.
OA	BOULEANU, I. Cercetări privind optimizarea procesului de alocare a resurselor în rețele radio speciale. Teză de doctorat. Cond. științific; Prof. Radu MUNTEANU. Cluj-Napoca: Universitatea tehnică. 2010.
Incidența minimă a suspiciunii / Minimum incidence of suspicion	
p.283:03 – p.283:10	p.109:20 – p.109:26
p.283:11 – p.283:15	p.109:35 – p.110:06
p.283: Tabelul 5.7.1	p.109: Tabelul 4.6
p.284: Figura 5.7.7	p.110: Figura 4.10c)
p.284: Figura 5.7.8	p.110: Figura 4.10d)
p.285: Figura 5.7.11	p.110: Figura 4.10a)
p.285: Figura 5.7.12	p.110: Figura 4.10b)
p.285:03 – p.285:00	p.111:08 – p.111:18
p.286:Figura 5.7.13	p.111: Figura 4.11
p.286:01 - p.287:08	p.111:20 – p.112:15
p.287: Figura 5.7.14	p.111: Figura 4.12
p.288: Figura 5.7.15	p.112: Figura 4.13
Fișa întocmită pentru includerea suspiciunii în Indexul Operelor Plagiate în România de la Sheet drawn up for including the suspicion in the Index of Plagiarized Works in Romania at www.plagiate.ro	

Notă: Prin „p.72:00” se înțelege paragraful care se termină la finele pag.72. Notația „p.00:00” semnifică până la ultima pagină a capitolului curent, în întregime de la punctul inițial al preluării.

Note: By „p.72:00” one understands the text ending with the end of the page 72. By „p.00:00” one understands the taking over from the initial point till the last page of the current chapter, entirely.

B. Fișa de argumentare a calificării de plagiat alăturată, fișă care la rândul său este parte a deciziei.

Fișa de argumentare a calificării

Nr. crt.	Descrierea situației care este încadrată drept plagiat	Se confirmă
1.	Preluarea identică a unor pasaje (piese de creație de tip text) dintr-o operă autentică publicată, fără precizarea întinderii și menționarea provenienței și însușirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	✓
2.	Preluarea a unor pasaje (piese de creație de tip text) dintr-o operă autentică publicată, care sunt rezumate ale unor opere anterioare operei autentice, fără precizarea întinderii și menționarea provenienței și însușirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	
3.	Preluarea identică a unor figuri (piese de creație de tip grafic) dintr-o operă autentică publicată, fără menționarea provenienței și însușirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	✓
4.	Preluarea identică a unor tabele (piese de creație de tip structură de informație) dintr-o operă autentică publicată, fără menționarea provenienței și însușirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	✓
5.	Republicarea unei opere anterioare publicate, prin includerea unui nou autor sau de noi autori fără contribuție explicită în lista de autori	✓
6.	Republicarea unei opere anterioare publicate, prin excluderea unui autor sau a unor autori din lista inițială de autori.	
7.	Preluarea identică de pasaje (piese de creație) dintr-o operă autentică publicată, fără precizarea întinderii și menționarea provenienței, fără nici o intervenție personală care să justifice exemplificarea sau critica prin aportul creator al autorului care preia și însușirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	✓
8.	Preluarea identică de figuri sau reprezentări grafice (piese de creație de tip grafic) dintr-o operă autentică publicată, fără menționarea provenienței, fără nici o intervenție care să justifice exemplificarea sau critica prin aportul creator al autorului care preia și însușirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	✓
9.	Preluarea identică de tabele (piese de creație de tip structură de informație) dintr-o operă autentică publicată, fără menționarea provenienței, fără nici o intervenție care să justifice exemplificarea sau critica prin aportul creator al autorului care preia și însușirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	✓
10.	Preluarea identică a unor fragmente de demonstrație sau de deducere a unor relații matematice care nu se justifică în regăsirea unei relații matematice finale necesare aplicării efective dintr-o operă autentică publicată, fără menționarea provenienței, fără nici o intervenție care să justifice exemplificarea sau critica prin aportul creator al autorului care preia și însușirea acestora într-o lucrare ulterioară celei autentice.	
11.	Preluarea identică a textului (piese de creație de tip text) unei lucrări publicate anterior sau simultan, cu același titlu sau cu titlu similar, de un același autor / un același grup de autori în publicații sau edituri diferite.	
12.	Preluarea identică de pasaje (piese de creație de tip text) ale unui cuvânt înainte sau ale unei prefețe care se referă la două opere, diferite, publicate în două momente diferite de timp.	

Notă:

a) Prin „proveniență” se înțelege informația din care se pot identifica cel puțin numele autorului / autorilor, titlul operei, anul apariției.

b) Plagiul este definit prin textul legii¹.

„...plagiul – expunerea într-o operă scrisă sau o comunicare orală, inclusiv în format electronic, a unor texte, idei, demonstrații, date, ipoteze, teorii, rezultate ori metode științifice extrase din opere scrise, inclusiv în format electronic, ale altor autori, fără a menționa acest lucru și fără a face trimitere la operele originale...”.

Tehnic, plagiul are la bază conceptul de **piesă de creație** care²:

„...este un element de comunicare prezentat în formă scrisă, ca text, imagine sau combinat, care posedă un subiect, o organizare sau o construcție logică și de argumentare care presupune niște premise, un raționament și o concluzie. Piesa de creație presupune în mod necesar o formă de exprimare specifică unei persoane. Piesa de creație se poate asocia cu întreaga operă autentică sau cu o parte a acesteia...”

cu care se poate face identificarea operei plagiate sau suspionate de plagiat³:

„...O operă de creație se găsește în poziția de operă plagiată sau operă suspionată de plagiat în raport cu o altă operă considerată autentică dacă:

- Cele două opere tratează același subiect sau subiecte înrudite.
- Opera autentică a fost făcută publică anterior operei suspionate.
- Cele două opere conțin piese de creație identificabile comune care posedă, fiecare în parte, un subiect și o formă de prezentare bine definită.
- Pentru piesele de creație comune, adică prezente în opera autentică și în opera suspionată, nu există o menționare explicită a provenienței. Menționarea provenienței se face printr-o citare care permite identificarea piesei de creație preluate din opera autentică.
- Simpla menționare a titlului unei opere autentice într-un capitol de bibliografie sau similar acestuia fără delimitarea întinderii preluării nu este de natură să evite punerea în discuție a suspiciunii de plagiat.
- Piesele de creație preluate din opera autentică se utilizează la construcții realizate prin juxtapunere fără ca acestea să fie tratate de autorul operei suspionate prin poziția sa explicită.
- În opera suspionată se identifică un fir sau mai multe fire logice de argumentare și tratare care leagă aceleași premise cu aceleași concluzii ca în opera autentică...”

¹ Legea nr. 206/2004 privind buna conduită în cercetarea științifică, dezvoltarea tehnologică și inovare, publicată în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 505 din 4 iunie 2004

² ISOC, D. Ghid de acțiune împotriva plagiatului: bună-conduită, prevenire, combatere. Cluj-Napoca: Ecou Transilvan, 2012.

³ ISOC, D. Prevenitor de plagiat. Cluj-Napoca: Ecou Transilvan, 2014.

**ACADEMIA FORȚELOR TERESTRE
„NICOLAE BĂLCESCU”**

RAPORT

**al comisiei de analiză a cazului de suspiciune de plagiat,
sesizat Comisiei de etică universitară în data de 20.03.2015**

Comisia de analiză desemnată de către Comisia de etică universitară a Academiei Forțelor Terestre „Nicolae Bălcescu”, numită prin OZU nr. 58 din 25.03.2015 și având în componență următoarele cadre didactice: prof.univ.dr.ing. Bogdan Octavian-Ioan, prof.univ.dr. Sfârlog Benoni, prof.univ.dr.ing. Miclăuș Simona, a întocmit prezentul raport, privind cazul de suspiciuni de plagiat, apărute pe site-ul www.plagiate.ro, sesizate Comisiei de etică universitară de către rectorul academiei și care îi vizează pe col.prof.univ.dr.ing. Bechet Paul, cadru didactic titular și pe lt.col.lect.univ.dr.ing. Bouleanu Iulian, cadru didactic asociat.

Pe site-ul www.plagiate.ro sunt menționate ca:

- **operă suspicionată de plagiat**: cartea „*Compatibilitatea electromagnetică în medii de comunicații radio*”, autori: **Bechet Paul, Munteanu Radu A., Bouleanu Iulian, Munteanu Mihai, Mitran Radu**, Editura Academiei Române, București, 2010;
- **operă autentică**: teza de doctorat „*Cercetări privind optimizarea procesului de alocare a resurselor în rețelele radio speciale*”, autor: **Bouleanu Iulian**, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, 2010;
- **operă autentică**: teza de doctorat „*Cercetări privind metodele de analiză și prelucrare a semnalelor utilizate în sisteme de interceptare cu aplicații speciale*”, autor: **Mitran Radu**, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, 2010.

Pe lângă operele menționate mai sus, pentru analizarea cazului și formularea punctului de vedere, membrii comisiei s-au mai raportat la următoarele documente și acte normative:

- sesizarea cu nr. A-2241 din 20.03.2015 a rectorului Academiei Forțelor Terestre „Nicolae Bălcescu”, adresată Comisiei de etică universitară a Academiei Forțelor Terestre;
- adresa cu nr. A 2344 din 25.03.2015, transmisă rectorului Academiei Forțelor Terestre de către șeful Direcției Informare și Relații Publice a Ministerului Apărării Naționale, cu două anexe: Fișa de suspiciune de plagiat, indexat la: 0149/06 și Cartea poștală

destinată Ministerului Apărării Naționale și expediată de Indexul Operelor Plagiate din România, www.plagiate.ro;

- copia Fișei de suspiciune de plagiat, indexat la: 0149/06;
- copia Fișei de suspiciune de plagiat, indexat la: 0150/06;
- Legea nr. 1 din 5 ianuarie 2011 a educației naționale;
- Legea nr. 206 din 27 mai 2004 privind buna conduită în cercetarea științifică, dezvoltarea tehnologică și inovare;
- Legea nr. 206 din 27 mai 2004 privind buna conduită în cercetarea științifică, dezvoltarea tehnologică și inovare, versiunea actualizată la data de 04.11.2011, care include modificările din următoarele acte: Legea nr. 398/2006 și Ordonanța Guvernului nr. 28/2011;
- Carta universitară a Academiei Forțelor Terestre „Nicolae Bălcescu”;
- documentul „Răspuns la suspiciunea de plagiat în cazul lucrării *Compatibilitatea electromagnetică în medii de comunicații radio*” al domnilor Bechet Paul și Bouleanu Iulian.

În urma cercetărilor făcute, analizării documentelor prezentate și actelor normative în vigoare, precum și a audierii domnilor Bechet Paul și Bouleanu Iulian, comisia de analiză consideră că **acuzatia de plagiat nu se sustine**, deoarece:

- opera suspicionată este antedatată susținerilor publice ale celor două teze de doctorat***, cartea (opera suspicionată) fiind trimisă Editurii Academiei Române, pentru a fi publicată, în **ianuarie 2009** și primind „Bun de tipar” în **31 mai 2010**, în timp ce cele două teze de doctorat (opere considerate autentice) au fost **susținute în catedră în 18 iunie 2010**, respectiv **susținute public în 25 iunie 2010**, ceea ce dovedește o succesiune a evenimentelor, care nu îndreptățește acuzația îndreptată împotriva operei respective;
- nu se îndeplinesc condițiile plagiatului***, așa cum acesta este definit de **art. 4, lit. d)** din **Legea 206/2004**, aflată în vigoare în anul 2010, când a fost publicată opera suspicionată.

Opera nu poate fi suspicionată nici de **autoplăgiat** (autorii operelor considerate ca autentice sunt și coautori ai operei suspicionate), deoarece autoplăgiatul nu este definit în **Legea 206/2004**, sau în vreun alt act normativ, **aflate în vigoare în anul 2010**, ci doar de **art.4, alin.(1), lit.e)** din **Legea 206/2004**, versiunea actualizată la data de 04.11.2011 prin **OUG 28/2011**.

În sprijinul celor afirmate mai sus, comisia a folosit și argumentul că cele trei opere sunt rezultatul cercetărilor științifice din cadrul proiectului cu tema „**Cercetări cu privire la optimizarea capabilităților sistemelor radio tactice integrate în medii de comunicații standardizate**” din Programul IDEI, contract 367/01.10.2007, avându-l ca director de proiect pe **Bechet Paul**, iar ca membri în echipa de cercetare pe **Bouleanu Iulian** și **Mitrăn Radu**, care urmau să-și expună în tezele de doctorat rezultatele cercetărilor proprii din cadrul proiectului. Comisia a constatat că autorii au specificat faptul că rezultatele incluse în lucrări provin din proiectul menționat mai sus, astfel:

- în carte la pagina 15;
- în tezele de doctorat la pagina 16, respectiv pagina 3.

Prin urmare, a existat bună credință, situația fiind creată pe fondul concomitenței intrării în circuitul public a lucrărilor.

În concluzie, comisia de analiză consideră că d-l Bechet Paul și d-l Bouleanu Iulian **NU se fac vinovați de plagiat.**

Prezentul raport a fost redactat în 4 exemplare originale.

Data: 08.04.2015



UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ

ing. BOULEANU Iulian

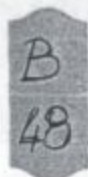
TEZA DE DOCTORAT

**CERCETĂRI PRIVIND OPTIMIZAREA PROCESULUI DE
ALOCARE A RESURSELOR ÎN REȚELE RADIO SPECIALE**

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:

Prof.dr.ing. Radu MUNTEANU

2010





UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA

FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ

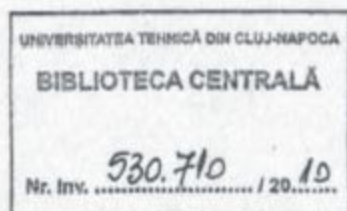
Ing. Iulian Bouleanu



TEZĂ DE DOCTORAT

lex
de

CERCETĂRI PRIVIND OPTIMIZAREA PROCESULUI DE ALOCARE A RESURSELOR ÎN REȚELE RADIO SPECIALE



Conducător științific,
Prof. dr. ing. Radu Ioan MUNTEANU

Comisia de evaluare a tezei de doctorat:

- PREȘEDINTE: Prof. dr. ing. **Radu CIUPA**, decan,
Facultatea de Inginerie Electrică,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca;
- MEMBRI: Prof. dr. ing. **Radu Ioan MUNTEANU** – conducător științific,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca;
Prof. dr. ing. **Mihai Octavian POPESCU** – referent,
Universitatea „Politehnica” din București;
Prof. dr. ing. **Ioan TÂRNOVAN** – referent,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca;
Conf. dr. ing. **Paul BECHET** – referent,
Academia Forțelor Terestre „Nicolae Bălcescu” din Sibiu.

În concluzie, forma de undă utilizată în GSM, adaptată pentru mobilitatea utilizatorilor, conduce la obținerea unor arii de acoperire care conțin neuniformități de tipul celor modelate în capitolul 2. În concordanță cu rezultatele modelelor stohastice de propagare Loo și Suzuki este diferența dintre rezultatele obținute în mediul LOS față de cele obținute în mediul NLOS.

4.3.4 Măsurarea formelor de undă de bandă largă specifice sistemelor IEEE 802.11 b/g

Dacă din punct de vedere al mobilității, tehnologia utilizată în GSM este cea mai bună candidată la implementarea în rețelele speciale ad-hoc, în ceea ce privește capacitatea de transmisie (lățimea de bandă), sistemele de comunicații WLAN de tipul IEEE 802.xx, reprezintă de departe soluțiile actuale de top.

În acest subcapitol se realizează măsurători pe sisteme de comunicații care respectă standardul IEEE 802.11g, cel mai răspândit standard din familie, în scopul evaluării eficienței spectrale a tehnicilor de modulație implementate (OFDM versus DSSS) și a determinării parametrilor optimi de măsurare [84].

Dispozitivele wireless conforme standardului IEEE 802.11g operează în gama 2,4 GHz cu o putere maximă de 100 mW. Principalele caracteristici de interes ale standardului IEEE 802.11g, din perspectiva evaluării câmpului electromagnetic emis de un dispozitiv wireless (Access Point), sunt prezentate în tabelul 4.6. Pentru realizarea măsurătorilor a fost utilizat sistemul Field Nose prezentat anterior.

Tabelul 4.6 Caracteristici ale standardului IEEE 802.11g

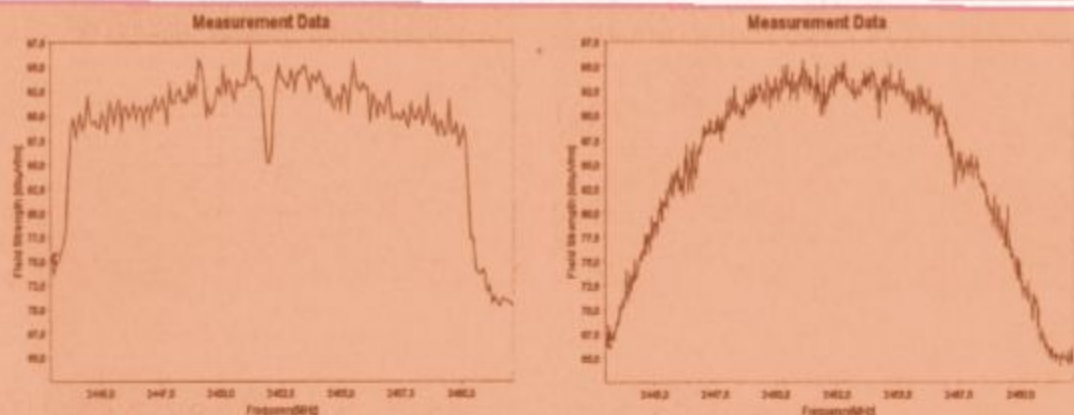
<i>Banda de frecvență</i>	ISM 2,4...4835 GHz
<i>Schema de modulație</i>	OFDM cu BPSK, QPSK, 16-QAM or 64-QAM DSSS pentru a asigura compatibilitatea cu 802.11b
<i>Numărul de canale radio</i>	13 (3 fără superpoziție)
<i>Viteza maximă de transmisie</i>	54 Mbps (11 Mbps pentru a asigura compatibilitatea cu 802.11b)
<i>Numărul de subpurtoare</i>	52
<i>Distanța între două subpurtoare consecutive</i>	0,3125 MHz
<i>Durata unui simbol</i>	4 μs
<i>Banda ocupată de un canal</i>	18 MHz (20 MHz pentru a asigura compatibilitatea cu 802.11b)

Scenariul de măsură pentru evaluarea nivelului puterii emise de punctele de acces radio (AP) specifice standardului IEEE 802.11g cuprinde un punct de acces (AP) model TREND TEW-432BPP, o stație de lucru și un Personal Computer (PC) conectat la AP prin cablu UTP. În fiecare situație a fost analizat un trafic unidirecțional, de la PC la stația de lucru. Măsurătorile au fost efectuate în mediul indoor. Punctul de acces radio (AP) a fost configurat să emită pe canalul 9 (2443 – 2463 MHz), la rate de transmisie apropiate corespunzător celor două scheme de modulație: 12 Mbps pentru OFDM și 11 Mbps pentru DSSS.

În figura 4.10 a se observă spectrul caracteristic schemelor de modulație OFDM [1]. Acesta este caracterizat de o creștere abruptă a nivelului semnalului la capetele benzii de trecere, un palier aproximativ constant și o creștere (scădere a nivelului) la mijlocul benzii, datorită utilizării FFT (transformatei Fourier rapide) în procesul de modulare. Banda de trecere este de 18 MHz. În figura 4.10b este prezentat spectrul semnalului măsurat pentru situația în care sistemul a utilizat schema DSSS. Forma spectrului este diferită, de tip Gauss, banda de trecere având aceeași valoare. Pentru aceeași putere de emisie (100 mW), nivelul maxim al componentelor spectrale, determinat la aceeași distanță de punctul de acces, este similar.

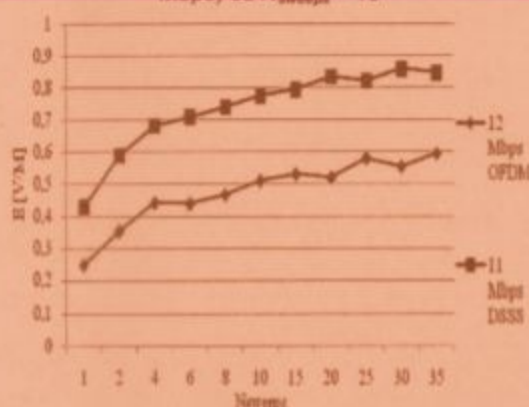
Setările optime ale sistemului de măsură în cazul evaluării emisiilor punctelor de acces radio trebuie să aibă în vedere natura semnalelor emise. În literatura de specialitate (Schmick

al. 2007) se recomandă utilizarea detectorului *rms* și o rezoluție de bandă de cel mult 100 kHz necesară pentru a distinge contribuțiile diferitelor canale WLAN (RBW $\leq$ 100 kHz).

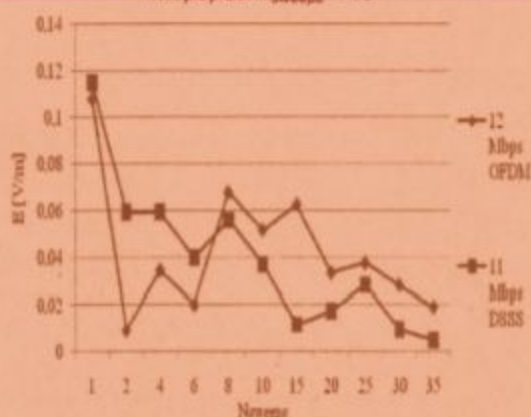


a) Spectrul măsurat pentru semnalul OFDM (12 Mbps) cu $N_{\text{sweeps}} = 10$

b) Spectrul măsurat pentru semnalul DSSS (11 Mbps) cu $N_{\text{sweeps}} = 10$



c) Valoarea medie a intensității câmpului electric pentru un AP IEEE 802.11g



d) Deviația standard a intensității pentru un AP IEEE 802.11g (RBW = 100 kHz)

Figura 4.10 Spectrul semnalelor, valoarea medie și deviația standard a intensității câmpului pentru schemele de modulație OFDM și DSSS utilizate în standardul IEEE 802.11g

Dacă se ia în considerare evoluția temporală a semnalului, regimul de baleiere a analizorului spectral trebuie să fie Max Hold. Utilizarea detectorului RMS necesită un timp de baleiere care să permită estimări corecte pe un număr reprezentativ de eșantioane de semnal. Așadar, este importantă valoarea vitezei de baleiere [77].

Având în vedere că, în aceeași bandă de frecvență, sistemul OFDM realizează capacități de transfer mai mari, până la 54 Mbps în comparație cu 11 Mbps obținuți cu DSSS, putem concluziona că schema OFDM este mai eficientă spectral decât schema DSSS.

Din punct de vedere al setării optime a parametrilor, valoarea medie a intensității câmpului electric măsurat depinde de numărul de treceri ale sistemului de măsură peste banda de interes. Din figura 4.10c, în cazul ambelor sisteme se observă că se obțin valori aproximativ constante pentru valori ale numărului de treceri mai mari de 10. Deviația standard comparativă a intensității, prezentată în figura 4.10 d, prezintă o variație mai mare pentru OFDM decât pentru DSSS, dar cu valori suficient de mici pentru a permite realizarea unor măsurători comparative între cele două sisteme chiar și la o singură trecere.

În concluzie, pentru realizarea de măsurători ale intensității câmpului radiat de sisteme WLAN de tip IEEE 802.11g, este recomandat ca numărul de treceri să fie mai mare de 10.

4.3.5 Măsurarea eficienței sistemelor cu diversitate spațială de tip MIMO

Una dintre soluțiile de realizare a diversității prezentate în capitolul 3 este diversitatea spațială a antenelor de emisie și recepție. Implementări ale acestei tehnici de diversitate combinate cu tehnologia wireless de bandă largă au ajuns pe piață sub forma standardului IEEE 802.11n. Implementarea tehnicii de diversitate Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) în standard IEEE permite obținerea unor rate de transmitere superioare a datelor, în condițiile consumului de bandă acceptabil.

Eficiența sistemelor MIMO este evidențiată în mod special în mediile cu un caracter pronunțat dispersiv, în care proporția dintre componentele NLOS și LOS variază mult cu distanța și cu proprietățile reflexive ale mediului de transmisie (pereți, obiecte etc.). Este de așteptat, ca în mediul indoor (pentru arii de acoperire reduse) și în mediul urban și rural (pentru acoperire mari și antene de înălțimi reduse), în care condițiile NLOS sunt predominante, sistemele MIMO să fie mult mai eficiente decât sistemele SISO [18].

În acest subcapitol se realizează o analiză comparativă a performanțelor sistemelor SISO și MIMO într-un mediu indoor compus din 7 încăperi (figura 4.11). Sunt evaluate diferite variante de sisteme: SISO (Single-Input Single-Output), SIMO (Single-Input Multiple-Output), MISO (Multiple-Input Single-Output) și MIMO, în scenarii de poziționare în mediul indoor care producă cea mai bună rată de transmisie [18].

4.3.5.1 Măsurarea distribuției câmpului emis de un punct de acces SISO

În scopul estimării ariei de acoperire optime, au fost realizate măsurători pentru evaluarea câmpului electromagnetic emis de un dispozitiv SISO 802.11g poziționat succesiv în 4 amplasamente relevante (P1, P2, P3, și P4 în figura 4.11).



Figura 4.11 Planul mediului indoor analizat

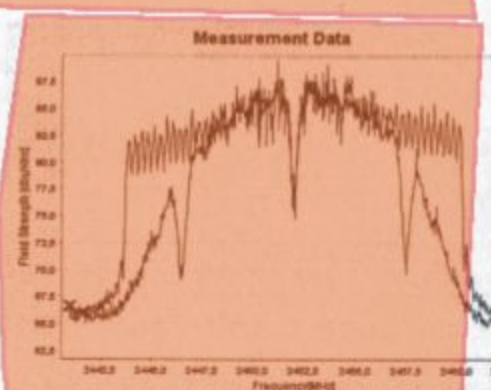


Figura 4.12 Intensitatea câmpului emis de AP SISO 802.11g: roșu – fără trafic și albastru – cu trafic

Pentru realizarea măsurătorilor a fost utilizat sistemul de măsură Field Nose. Metodologia de măsurare are la bază o viteză de baleiere ridicată, cu baleieri multiple în eșantionul de frecvență de interes [78].

Evaluarea câmpului electromagnetic în scopul estimării ariei de acoperire a fost realizată următorul scenariu de măsură:

- emisia informației de sincronizare (semnal beacon) în canalul 9 (2443 – 2463 MHz) la o rată de transmitere de 18 Mbps, de un dispozitiv wireless SISO 802.11g, poziționat succesiv în 4 poziții;
- măsurătorile au fost efectuate în întregul mediu indoor considerat (350 m²), într-o rețea de puncte situate la 1 m unul de celălalt;
- pentru a putea fi evaluat cu sistemul Field Nose, durata semnalului beacon a fost redusă de la 100 ms la 1 ms;

- setările sistemului Field Nose au fost:
 - RBW = 100 kHz;
 - Trace Mode: Max Hold;
 - tipul detectorului: *rms*;
 - timp de baleiere (Sweep Time - SWT) = 0,93 s;
 - numărul de puncte de măsură = 400;
 - numărul de treceri: $N_{\text{scans}} = 10$.

Pentru exemplificare, figura 4.12 ilustrează intensitatea câmpului electric într-un punct din mediul indoor considerat, în două cazuri: fără trafic (durata semnalului beacon de 1 ms) și cu trafic (durata semnalului beacon de 100 ms).

În toate cele 4 situații, dispozitivul wireless a fost poziționat lângă perete, la o înălțime de 220 cm. Mediul indoor considerat are următoarele caracteristici: pereți din cărămidă de lățime 60 cm, înălțimea încăperilor 350 cm.

Rezultatele distribuției câmpului electromagnetic pentru cele 4 poziții ale dispozitivului wireless sunt prezentate în figura 4.13.

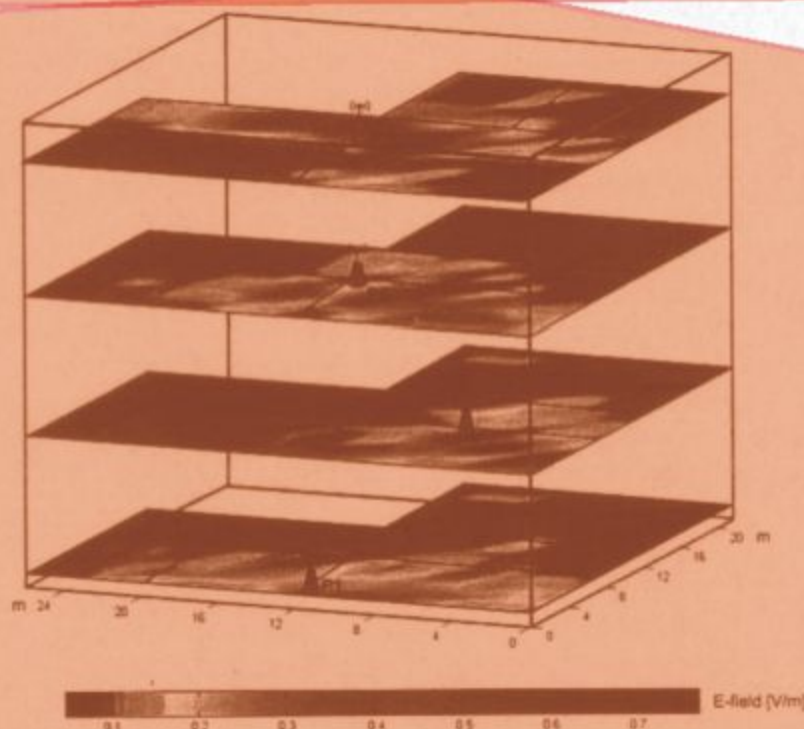


Figura 4.13 Distribuția câmpului electromagnetic pentru pozițiile P1, P2, P3, și P4 ale dispozitivului wireless SISO 802.11g

Se constată că distribuția câmpului este neuniformă, dependentă de poziția sursei de emisie. Aria de acoperire rezultată pentru fiecare din cele 4 poziții este neuniformă, confirmând modelele stohastice din capitolul 2 pentru propagarea în condiții LOS (pentru încăperea R1) și NLOS (pentru celelalte încăperi).

4.3.5.2 Măsurarea ratei de transfer pentru sisteme SISO, SIMO, MISO și MIMO

Pentru situația în care AP-MIMO este plasat în poziția P1, a fost analizat throughputul sistemului pe 3 direcții relevante pentru mediul indoor considerat (D1, D2 și D3 în figura 4.11). Cele 3 direcții caracterizează mediul indoor analizat atât din perspectiva influenței propagării (pereți, diverse obiecte), dar și din cea a poziționării elementelor rețelei wireless.

Scenariul de măsură cuprinde: dispozitiv wireless (AP) MIMO sau SISO, stație de lucru wireless MIMO sau SISO și un PC conectat la AP prin cablu UTP. Configurațiile de sistem pentru care a fost evaluată capacitatea de transfer sunt:

- AP-MIMO, Card Wireless (CW) MIMO;
- AP-MIMO, CW-SISO;
- AP-SISO, CW-MIMO;
- AP-SISO, CW-SISO.

Pentru fiecare configurație, traficul a fost analizat cu analizorul de rețea Wireshark timp de 10 minute, unidirecțional, de la PC către stația de lucru.

Figura 4.14 prezintă rata de transfer (throughputul) pentru cele două configurații de bază, SISO și MIMO. Pe grafic, cu bare gri sunt reprezentați pereții încăperilor traverseți pentru fiecare din cele 3 direcții, D1, D2 și D3.

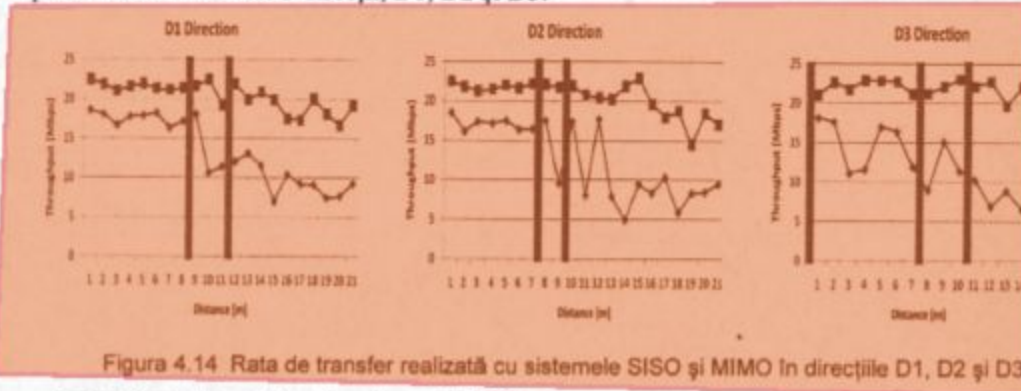


Figura 4.14 Rata de transfer realizată cu sistemele SISO și MIMO în direcțiile D1, D2 și D3

Se pot formula următoarele observații [20]:

- configurația MIMO realizează întotdeauna rate de transfer mai mari pentru aceeași maximă de transfer setată la punctul de acces și cardurile wireless;
- în condiții LOS (aceeași încăpere), cele două configurații, SISO și MIMO, realizează de transfer de valori apropiate (totuși mai mici pentru SISO) și relativ constante cu distanța;
- în condiții NLOS, configurația MIMO este mult mai eficientă decât configurația SISO deoarece pentru fiecare din cele 3 direcții, dincolo de unul, două sau trei ziduri, se constată că se mărește diferența între capacitățile de transfer ale celor două tehnologii;
- în cazul MIMO, pentru direcția D3, rata de transmitere este aproximativ constantă, lucru explicabil prin aceea că direcția față de poziția AP fiind una oblică, sunt exploatate maxim proprietățile dispersive ale mediului de propagare.

Pentru două poziții ale AP (P1 și P2), care oferă cea mai bună acoperire conform datele prezentate în figura 4.13, a fost evaluată rata de transmitere medie în întregul mediu indoor pentru fiecare din cele 4 configurații de sistem: SISO, SIMO, MISO și MIMO.

Figura 4.15 indică valorile medii ale ratei de transfer pentru fiecare încăpere.

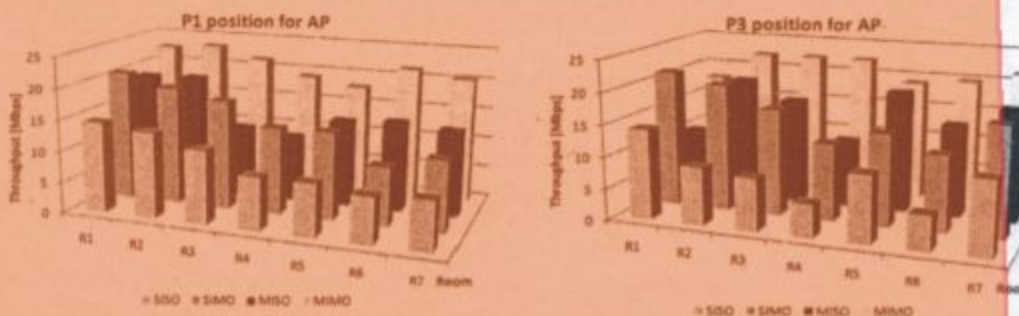


Figura 4.15 Valorile medii ale ratei de transfer pentru pozițiile P1 și P2 ale AP

Configurația MIMO asigură cea mai bună rată de transmitere, relativ constantă (aproximativ 21 Mbps), indiferent de încăpere. Cea mai mică rată de transmitere se obține pentru configurația de sistem SISO. Configurațiile SIMO și MISO realizează rate de transmitere de mijloc, între cele obținute de configurațiile de bază, SISO și MIMO.

În concluzie, măsurătorile efectuate evidențiază eficiența configurației MIMO față de SISO, în special pentru mediile NLOS. De asemenea, se observă o îmbunătățire semnificativă a ratei de transfer și în cazul în care se utilizează sisteme mixte SIMO și MISO, aceasta însemnând că tehnologia MIMO este implementată doar la unul din cele două elemente ale liniei radio, punctul de acces sau cardul wireless al stației terminale.

Dimensiunile antenelor necesare unor sisteme MIMO care să fie utilizate în banda de lucru a rețelelor speciale ad-hoc sunt suficient de mici pentru a permite implementarea unor soluții de realizare a terminalelor mobile bazate pe această tehnică de diversitate.

4.4 Măsurarea efectului interferențelor inter clustere asupra throughputului în WLAN

O altă soluție de creștere a capacității de transfer în sistemele de comunicații speciale ad-hoc o reprezintă utilizarea diversității în frecvență. În forma sa cea mai simplă, diversitatea în frecvență se realizează prin utilizarea mai multor canale radio, fiecare pentru o altă purtătoare, astfel încât spectrul de radiofrecvență al semnalului să nu se suprapună (figura 4.16a) [8].

Sistemele WLAN de tipul IEEE 802.11b și IEEE 802.11g, deși nu sunt proiectate să realizeze comunicații multicanal, realizează o întrețesere a canalelor astfel încât, în banda de radiofrecvență disponibilă, există posibilitatea setării a 11 canale parțial suprapuse și nu doar a 3 canale câte ar fi încăput în situația clasică (figura 4.16b).

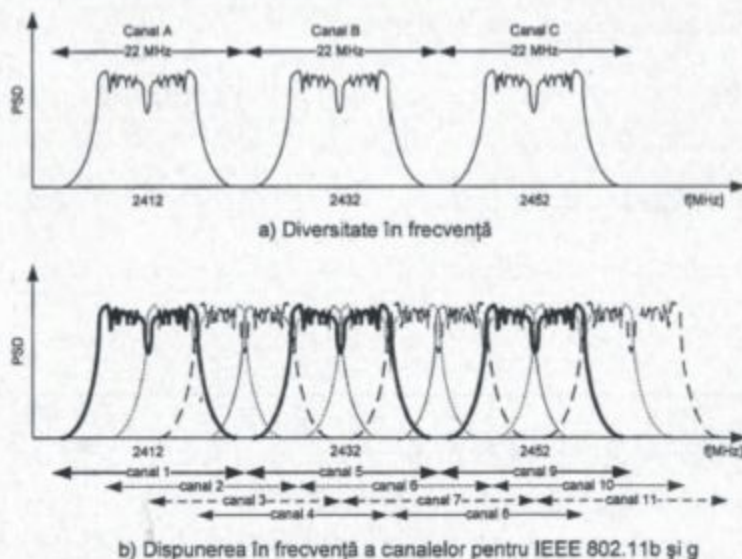


Figura 4.16 Diversitatea în frecvență și dispunerea canalelor în IEEE 802.11b/g

În condițiile în care în aria de acoperire există mai mult de trei celule WLAN, între ele vor apărea interferențe. Rata de transfer totală obținută de un număr de sisteme reciproc perturbatoare, dispuse în aceeași arie de lucru, este mai mică decât cea obținută prin arondarea aceluiași număr de clienți la un singur sistem [43]. Măsurătorile realizate în acest subcapitol își propun să evalueze efectul interferențelor asupra ratei de transfer în funcție de 4 parametri: lățimea de bandă de interferență, tehnica de modulație (DSSS sau OFDM), numărul de sisteme WLAN și numărul de utilizatori pe sistem.